

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

1

(11)Publication number : 2002-040908

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

G03H 1/04  
G03H 1/02  
G03H 1/16  
G11B 7/0065

(21)Application number : 2001-167199 (71)Applicant : LUCENT TECHNOLOG INC

(22)Date of filing : 01.06.2001 (72)Inventor : CURTIS KEVIN RICHARD  
HILL ADRIAN JOHN  
TACKITT MICHAEL C

(30)Priority

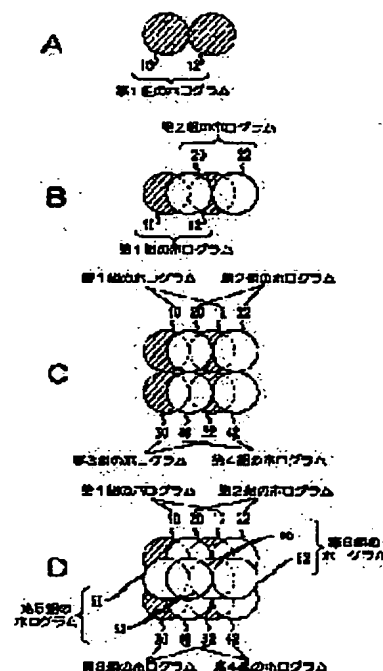
Priority number : 2000 588908 Priority date : 07.06.2000 Priority country : US

## (54) HOLOGRAM STORING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for storing space multiplexing holograms of a skip sort which solves the problem of crosstalk, image distortion and physical change of a medium which are met in a recording process using an optical polymer medium.

**SOLUTION:** By skip sort technique of this invention, holograms are stored in a layer of a row and consequently almost uniform background exposure can be obtained in succeeding layers.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1](A) a step which prepares an optical polymer type hologram storage, and (B) -- in said storage with a step which memorizes a hologram of the 1st set in the 1st line. (C) The center of a step which memorizes a hologram of the 2nd set in said storage at the 1st line, and each hologram of said 1st set, \*\* and others, From the center of said adjoining hologram of the 1st set, only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separates, and the center of each of said hologram of the 2nd set, From the center of said adjoining hologram of the 2nd set, only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separates, and said hologram of the 2nd set, A hologram store method, wherein only offset distance has shifted from an exact match with said hologram of the 1st set and said memory is performed using spatial multiplexing art.

[Claim 2]From the center of said adjoining hologram of the 1st set, the center of each of said hologram of the 1st set leaves only at least 50% of distance of a diameter of a hologram, and the center of each of said hologram of the 2nd set, A method according to claim 1 characterized by only at least 50% of distance of a diameter of a hologram separating from the center of said adjoining hologram of the 2nd set.

[Claim 3]From the center of said adjoining hologram of the 1st set, the center of each of said hologram of the 1st set separates by distance of a diameter of a hologram, and the center of each of said hologram of the 2nd set, A method according to claim 2 characterized by separating by distance of a diameter of a hologram from the center of said adjoining hologram of the 2nd set.

[Claim 4]A step which memorizes a hologram of the 3rd set after the aforementioned (C) step and in the (D) aforementioned record storage at said 2nd line parallel to the 1st line, (E) The center of a step which memorizes a hologram of the 4th set in said record storage at said 2nd line, and each of said hologram of the 3rd set, It separates from the center of said adjoining hologram of the 1st set by distance of a diameter of a hologram, And from the center of said adjoining hologram of the 3rd set, only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separates, and the center of each of said hologram of the 4th set, It

separates from the center of said adjoining hologram of the 2nd set by distance of a diameter of a hologram, And a method according to claim 1, wherein only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separated and only full match of a hologram of the 3rd set to offset distance is shifted from the center of said adjoining hologram of the 4th set as for said hologram of the 4th set.

[Claim 5] From the center of said adjoining hologram of the 1st set, the center of each of said hologram of the 1st set separates by distance of a diameter of a hologram, and the center of each of said hologram of the 2nd set, A method according to claim 1 characterized by separating by distance of a diameter of a hologram from the center of said adjoining hologram of the 2nd set. From the center of said adjoining hologram of the 3rd set, the center of each of said hologram of the 3rd set separates by distance of a diameter of a hologram, and the center of each of said hologram of the 4th set, A method according to claim 4 characterized by separating by distance of a diameter of a hologram from the center of said adjoining hologram of the 4th set.

[Claim 6](F) A step which memorizes a hologram of the 5th set in said storage at said 1st line and the 3rd line parallel to the 2nd line, (G) The center of a step which memorizes a hologram of the 6th set in said mechanism storage at the 3rd line, and each of said hologram of the 5th set, From the center of said adjoining hologram of the 5th set, only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separates, and said hologram of the 3rd line, Overlap a hologram of both said 1st line and the 2nd line, and the center of each of said hologram of the 6th set, A method according to claim 4, wherein only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separated and only full match of a hologram of the 5th set to offset distance is shifted from the center of said adjoining hologram of the 6th set as for said hologram of the 6th set.

[Claim 7] A method of overlapping said hologram of the 3rd line equally to a hologram of said 1st line and the 2nd line according to claim 6.

[Claim 8] From the center of said adjoining hologram of the 1st set, the center of each of said hologram of the 1st set leaves only distance of a diameter of a hologram, and the center of each of said hologram of the 2nd set, From the center of said adjoining hologram of the 2nd set, the center of each of said hologram of the 3rd set which only distance of a diameter of a hologram leaves, From the center of said adjoining hologram of the 3rd set, only distance of a diameter of a hologram separates and the center of each of said hologram of the 4th set, From the center of said adjoining hologram of the 4th set, only distance of a diameter of a hologram separates and the center of each of said hologram of the 5th set, A method according to claim 6 characterized by only distance of a diameter of a hologram separating and the center of each of said hologram of the 6th set separating only distance of a diameter of a hologram from the center of said adjoining hologram of the 6th set from the center of said adjoining hologram of the 5th set.

[Claim 9] A method of overlapping said hologram of the 3rd line equally to a hologram of said 1st line and the 2nd line according to claim 8.

[Claim 10]A method comprising according to claim 1:

Said storage is a photoactive monomer.

At least one material chosen from a group who consists of photoactive oligomer and a photoactive polymer.

[Claim 11]A method according to claim 1, wherein said hologram is memorized by spatial multiplexing art chosen from a group who consists of shift multiplexing, opening multiplexing, and phase correlation multiplexing.

[Claim 12]A method according to claim 4, wherein said 1st [ the ], the 2nd, the 3rd, and the 4th line contain a straw-man hologram.

[Claim 13]A method according to claim 12, wherein said 1st [ the ], the 2nd, the 3rd, and the 4th line are parallel and said straw-man hologram is arranged at an end of the 1st, the 2nd, the 3rd, and the 4th line.

[Claim 14](A) A step which prepares an optical polymer type storage, and a step which memorizes a hologram of at least two group in the 1st line in the (B) aforementioned storage, (C) The center of a hologram of a step which memorizes a hologram of at least two group in said storage at the 2nd line, and said each class, \*\* and others, Only at least 2% of distance of a diameter of a hologram separates mutually, and a hologram of said each class, Only offset distance has shifted from a position of a front group, and said 2nd line, A hologram store method, wherein it adjoined said 1st line, and it is parallel, only 2% of distance of a diameter of a hologram left the center of a hologram of said each class mutually and only offset distance is shifted from a hologram of a front group as for a hologram of said each class.

[Claim 15]A method according to claim 14, wherein the center of a hologram of said each class has separated only distance of a diameter of a hologram from the center of a hologram that \*\*\*\* adjoins.

[Claim 16](D) A step which memorizes a hologram of at least two group in said storage at the 3rd line, and said hologram of the 3rd line, A method according to claim 15, wherein it overlapped equally to a hologram of said 1st line and the 2nd line, the center of a hologram of said each class is mutually separated by distance of a diameter of a hologram and only offset distance is shifted from a place of a front group as for a hologram of said each class.

[Claim 17]A method comprising according to claim 14:

Said storage is a photoactive monomer.

At least one material chosen from a group who consists of photoactive oligomer and a photoactive polymer.

[Claim 18]A method according to claim 14, wherein said hologram is memorized by spatial multiplexing art chosen from a group who consists of shift multiplexing, opening multiplexing, and phase correlation multiplexing.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to a hologram recording system about the recording system of a page unit.

[0002]

[Description of the Prior Art]The developer of the device which records information, and a method is striving to always increase a storage capacity. It is proposed as what changes the memory system, especially hologram recording system of a page unit to the conventional memory device as a part of development of this kind. The hologram (record) system is memorizing or calling information over a whole page. This page comprises a pattern row showing information. Generally, hologram systems are three dimensions and have stamped the hologram display of a page on the record storage as a refractive index and/or a pattern of absorption. D. "Holographic Memories" Scientific American and November 1995. argue about the hologram system. [ of Psaltis et al. and work ]

[0003]The feature of a hologram system is that the speed which can access at random the information recorded as high-density-recording capacity, and can take it out is quick. Since information is usually operated per page, namely, it is recorded or it is read, a recording rate and its reading speed are actually quicker than the recording system by the conventional magnetic disk or a compact disk. However, the big advantage of a hologram system is storage capacity. Each page is able to record [ thousands and also ] millions of elements as a hologram image again. The information on  $10^{14}$  bit can record a theory top on the hologram recording storage of  $1.0\text{-cm}^3$  at present.

[0004]Drawing 1 expresses the elemental ingredient of the hologram recording system 1. The hologram recording system 1 has the abnormal-conditions device 2, the optical record storage 3, and the sensor 4. What kind of device which can express data with two dimensions optically may be sufficient as the abnormal-conditions device 2. The abnormal-conditions device 2 is generally a spatial-light-modulation machine, and is attached to the

coding equipment which codes data in this spatial-light-modulation machine. Reflect the light included in it, or make it pass, and the abnormal-conditions device 2 passes a part of optical beam selectively, or has prevented. It is coded in this way that, as for the optical signal 5, a data image is also. This data image is recorded by making the optical signal 5 and the reference beam 6 which were coded interfere in on the optical record storage 3. Interference forms an interference pattern, i.e., a hologram, and this is captured in the optical record storage 3 as a pattern of change of a refractive index. It is possible to memorize two or more hologram images to one place. That is, it is carried out, when it is possible to memorize two or more holograms in the overlapping positions and this changes the angle, the wavelength, and the phase of the abnormal-conditions device 2 (this usually calls angle correlation multiplexing, wavelength correlation multiplexing, and phase correlation multiplexing, respectively).

[0005]The optical signal 5 passes the lens 7, before intersecting the reference beam 6 in the optical record storage 3. The reference beam 6 may pass the lens 8 before this intersection. When data is recorded into the optical record storage 3, the reference beam 6 and the optical record storage 3, When recording data, it is possible by making the reference beam 6 and the optical record storage 3 cross that it is also at the same place and angle as the reference beam 6 having been turned, wavelength, or a phase to take out data. The reproduced data passes the lens 9 and is detected by the sensor 4. The sensor 4 is CCD or an activity pixel CMOS sensor. The sensor 4 is attached to the device which usually decrypts data.

[0006]The one method of hologram recording is phase correlation multiplexing holography. This is indicated by U.S. Pat. No. 5719691 (February 17, 1998 issue).

In one example of phase correlation multiplexing holography, a reference beam beam intersects the signal beam which passed the phase mask and has passed the array which displays data within a record storage, and forms the hologram into a storage. The position of the record storage to an optical signal and a reference beam is a place which an optical beam overlaps in a storage, and it is changed so that data can be memorized.

Reproduction of data is performed by making the recording position of a basis pass a reference beam as the same phase modulation as having been used while memorizing data is also. For example, volume type a hologram (volume holograms), for example, a filter, or beam SUTERA can also be used as a passivity type optical component which controls the light turned to the storage or is modulated. Another art which records data by using a motion of a record storage to a beam, They are opening multiplexing (refer to U.S. Pat. No. 5892601) and shift multiplexing (refer to Optics Letters, Vol. 20, No. 7, and 782-784 (1995)). Although all of phase correlation, opening multiplexing, and shift multiplexing are recording the hologram on a different place, the places overlapping among them exist.

[0007]Since each data page is arranged in a multiplexing space, in order for the cross talk between read-out processes not to make it generate, there is a limit about how two or more holograms are brought close and recorded. However, even when sufficient space exists

among two or more holograms, it may be introduced between read-out of a hologram and/or the record process that a crosstalk noise adjoins, and in a hologram. Therefore, the art of evasion or reduction is developed in introduction of such a cross talk.

[0008]A certain art (distributed record (sparse recording)) is effective in an angle, wavelength, and the numerals redundancy technics of a phase, i.e., the art in which a hologram has the almost same physical place. In distributed record, two or more holograms recorded on mutual very near angle or wavelength are recorded in the turn which replaced the angle or wavelength which is the turn. For example, when a hologram multiplexes at an angle of 1 degree2 degree3 degree4 degree5 degree6 degree7 degree8 degree9 degree10", a hologram is recorded in turn like 1 degree9 degree4 degree2 degree6 degree3 degree7 degree10 degree5 degree8". Thereby, the cross talk between holograms can be reduced (about this). C. Gu and J. Hong and "Noise of work. Refer to gratings formed during the multiple exposure schedule in photorefractive media, "Optics Comm., and Vol. 93,213-18(1992). Although this distributed record is useful, it becomes complicated especially at the time of read-out. The usefulness is meaningful about especially the art relevant to the nearly perfect physical overlap of a hologram further again.

[0009]In addition to the problem of this potential cross talk, degradation of the recorded hologram may originate in the refractive index of a storage, and local change of a physical size, and may occur. When it explains concretely, in the storage (photopolymer--based media) of an optical polymer base, an optical activity monomer and/or oligomer react selectively, form a hologram, and are in the tendency to cause contraction with this local multiplexing. In this way, each continuous hologram recording causes physical change in the whole storage, for example, changes a bulk refractive index and the grade of diffusion to it. When such change is added, and reading a hologram, a large change (Bragg detuning), i.e., BURAGU detuning of a hologram, is introduced. An optical polymer storage has further again the tendency it to become limited finitely changing a dynamic range of a refractive index. And in spatial multiplexing art, an optical polymer storage is in the tendency which shows un-uniform record over the whole storage, and degradation of the data recorded by this is introduced.

[0010]The spatial multiplexing used on these specifications means the redundancy technics to which the change to the position of the record storage to an optical signal and a reference beam relates, and the thing in which two or more holograms have a lap among them. Hologram recording art is designed by the desirable thing compensate such change.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The purpose of this invention is to provide the hologram recording art of reducing the problem relevant to a cross talk and the physical change of the record storage (especially optical polymer storage).

[0012]

[Means for Solving the Problem]This invention is the spatial multiplexing art of skip saw



TIDDO (skip sorted) which solves a peculiar problem of an optical polymer storage including physical change of a cross talk and a record storage. This spatial multiplexing art includes shift multiplexing, phase correlation multiplexing, and opening multiplexing. Skip saw TIDDO means record art which is given by memorizing a hologram in order of a place with uniform background exposure of an optical polymer storage. By using such a sequence (turn), a problem which optical polymer encounters is solvable.

[0013]According to one mode of this invention, as shown in drawing 2 A-C, the holograms 10 and 12 of the 1st set were memorized by the 1st row at a flat surface, and as a result, each hologram contacts the next hologram, and is in them (hitting), namely, it is separated from them of the center of an adjoining hologram by a diameter of a hologram. (A diameter of a hologram is a distance specified by intersection of a reference beam and an optical signal in respect of a record storage). After this hologram of the 1st set is memorized, the holograms 20 and 22 of the 2nd set were memorized by the same sequence, however a hologram of the 2nd set is shifted from an exact match with a hologram of the 1st set only offset distance. A hologram of the following group as well as this 1st row is recordable, and from an exact match of a front group, this also shifts only offset distance and is performed. (On these specifications, it is used in the sense of the former, a hologram adjoins each other mutually by width of one hologram, and a line means a line arranged along with circumference shape along with other shape along a straight line.) Refer to drawing 2, drawing 3, and drawing 4 for this. An exact match means that the center of the 1st and a hologram of the 2nd set is in identical places.

[0014]Offset distance is the twice [ positive number ] spatial multiplexing shift needed for completing a record storage, and this is explained in full detail below. By forming a hologram (it does not overlap) group which is not overlapped, a background over record of a succession group is stabilized as compared with the conventional record art. For example, polymer contraction (polymeric shrinkage) is generated comparatively uniformly over a line.

[0015]When a hologram of two or more lines is required, according to other modes of this invention, a hologram of the 1st set and a hologram (or further hologram of another group) of the 2nd set are recorded [ being shown in drawing 2 A and B, and ]. As shown in drawing 2 C after that, a hologram (30, 32) of the 3rd set is formed in the 2nd parallel line that adjoins the 1st line. If it explains concretely, the 3rd set will be arranged so that the center of each hologram (30) may separate by a diameter of one piece of a hologram (32) to an adjoining hologram of the 3rd set and it may separate from the center of an adjoining hologram (10) of the 1st set by a diameter of one piece of a hologram simultaneously again. A hologram (40, 42) of the 4th set is recorded on the 2nd line after that (the center of a hologram is estranged by a diameter of one piece of a hologram). However, only offset distance with hologram (40, 42) of the 4th set same from an exact match of a hologram (30, 32) of the 3rd set has shifted like the 2nd set. It is possible to form an excessive group in each line further further again so that each may shift only offset distance from an exact

match with a front group similarly.

[0016]Although memorizing a turn group of a hologram from edge to edge is discussed by other articles, an indication or motivation which uses such art with an optical polymer storage does not exist. However, that memory approach of a lamination type is advantageous can find out by analyzing a problem peculiar to an optical polymer storage carefully.

[0017]If it explains concretely, Doctoral dissertation "Holographic 3-D. Disks and Optical Correlators using Photopolymer Materials" author Allen Pu from the California Institute of Technology, It is arguing about storing technology of a hologram which piled up a line in a lithium NAO byte (lithium niobate). Even if it considers this doctoral dissertation carefully, motivation which can extend approach of Allen Pu to an optical polymer storage does not exist. The 3rd of this paper and Chapter 4 (143 - 178 pages) have described an experiment for which a storage capacity of  $100\text{-bit} [\text{micrometer}]^2$  is needed. since a suitable optical polymer storage cannot be obtained as indicated to 144 pages -- a lithium NAO byte (optical-refractive-index nature material (photorefractive material)) -- instead, it was used. A problem in shift holograph art shown in drawing 3 .59 (a) as the first experiment is discussed by 156 - 158 pages (a process of piling up a hologram in order and recording it into an optical refractility record storage) A problem of causing elimination of a hologram recorded before partial at least is encountered. If it explains concretely, record of each hologram will degrade intensity of a hologram before recorded in the space (see the 156 pages), and this will happen unevenly. This problem worsens a signal-noise ratio and degrades the signal to noise ratio of a hologram especially with the most dominant elimination.

[0018]In order to solve a problem of this elimination peculiar to this optical refractility material, the above-mentioned doctoral dissertation has reported special record art, as shown in drawing 3 .60 (a). as this art is shown in drawing 3 .59 (a), an overlapped sequence records a hologram group which does not be alike and overlap in a line so that it can attain eventually. More uniform elimination of this composition is attained by avoiding continuous overlap. However, in order that it may still generate and elimination may attain similar double reflex efficiency to all the holograms, the 1st hologram is recorded as it is also at the highest intensity, and each succession group is recorded as it is also at intensity weaker than it.

[0019]Allen Pu has solved an elimination problem peculiar to optical refractility material so that clearly from the aforementioned paper and the above-mentioned argument, but such elimination is not generated in an optical polymer storage. A reason for applying this art complicated more than needed to a system which uses optical polymer material in this way cannot be found out.

[0020]

[Embodiment of the Invention]According to one mode of this invention, a hologram is recorded by the pattern of a quadrangle or a rectangle, as shown in drawing 2 A-D. The

holograms 10 and 12 of the 1st set are recorded on the 1st almost parallel row so that each hologram may contact the next hologram exactly (that is, the center of the adjoining hologram is separated by one diameter of a hologram). Next, the holograms 20 and 22 of the 2nd set are recorded on this 1st row. However, the holograms 20 and 22 of the 2nd set are shifted from the exact match of the holograms 10 and 12 of the 1st set only offset distance. It is the 1st row, next it is able for a succession group to shift similarly and to arrange only the same offset distance from an exact match with a front group. It is also possible to approach more and to arrange the hologram of an individual group from a part for one diameter of a hologram. Usually, even if the offset distance has few diameters of a hologram, it is more generally at least 50% 2%. It depends for a actual offset distance on the trade-off to a specific hologram system. This is because system speed will become slow although homogeneity increases if a space becomes larger.

[0021]When the hologram of two or more sequences is required, according to other modes of this invention, a hologram group is recorded in the 1st sequence (drawing 2 A, B). As shown in drawing 2 C after that, the holograms 30 and 32 of the 3rd set are formed in the 2nd sequence (the 1st sequence is usually adjoined). For example, the 3rd set is arranged so that the center of each hologram (30) may separate by one diameter of a hologram (32) to the adjoining hologram of the 3rd set, and so that it may separate from the center of the adjoining hologram (10) of the 1st set by one diameter of a hologram. It is also possible in addition to adjoining the 1st line [ 2nd ] and arranging the 3rd and the 4th line, to bring the 3rd and the 4th line close more, and to arrange them. For example, it is also possible to pile up and arrange on [ some ] the 1st and the 2nd line. Although the holograms 40 and 42 of the 4th set are recorded on the 2nd row after that, the holograms 40 and 42 of the 4th set shift only the same offset distance from an exact match with the holograms 30 and 32 of the 3rd set like the 2nd set. It is also possible only for offset distance to shift and record another group on the 2nd line from an exact match with a front group furthermore.

[0022]A hologram group can be formed in the line which overlaps an adjoining line if the line which a desired number adjoins, for example, the 1st line of drawing 2 A-C, and the 2nd line are formed. For example, as shown in drawing 2 D, the holograms 50 and 52 of the 5th set are remembered to be the 1st by the 3rd line parallel to the 2nd line, and arrangement memory is carried out so that the 1st may be overlapped equally to the 2nd line. In this example, the center of each hologram (50) of the 5th set, It is arranged at the middle point of the line which shifts from the center of the adjoining hologram (52) of the 5th set by one diameter of a hologram, and is arranged, and connects the center of the adjoining hologram of the 1st set and the 3rd set, for example, the line between the holograms 10 and 30, and the line between the holograms 12 and 32. The holograms 60 and 62 of the 6th set are recorded on the 3rd line after that.

[0023]The center of each hologram (60) of the 6th set is separated from the center of the adjoining hologram (62) of the 6th set by one diameter of a hologram. And the holograms 60 and 62 of the 6th set have shifted only the offset amount from an exact match with the

holograms 50 and 52 of the 5th set. For example, there is the center of each hologram of the 6th set right above the middle point of a line to which the center of the adjoining hologram of the 2nd set and the 4th set is connected. (It is also possible to arrange the 5th and the hologram of the 6th set at places other than this middle point depending on the trade-off between speed and homogeneity depending on a specific hologram storage system.) It is also possible to bring close the line which adjoins simultaneously above by one diameter of a hologram, and to arrange it. It is also possible to arrange the hologram of another group to the 3rd line further and to form a line similar to the line which overlapped and was formed before or the equal distance separated.

[0024]In order to fill a storage with a hologram, a hologram is usually recorded on the individual section of a storage. For example, a storage is divided into a parenchyma top sector. In various lines, a specific system and redundancy technics can form with a storage. Generally between the holograms of a separate section, overlap does not exist. Furthermore in the storage of a quadrangle or a rectangle, a dummy hologram is recorded along with edge (at end which a linear line counters). However, this hologram does not have data. This is because it is not uniform enough at these ends, in order for background contraction and exposure to provide sufficient signal-noise ratio.

[0025]As mentioned above, the background of each succession group recorded on a certain line is stable rather than the conventional record art by performing this record art. If it explains concretely, the polymer contraction which is hard to avoid will happen uniformly over a line by controlling overlap, since the hologram of the group recorded before does not overlap.

[0026]Offset distance is the twice [ positive number ] spatial multiplexing shift required to complete a record storage. A actual offset distance changes by choosing a specific hologram recording method (for example, shift multiplexing and multiplexing for an opening), and selection of distance is a person's skilled in the art selective item, and is one or less diameter of a hologram. Generally a hologram is recorded comparatively closely. When there is overlap in the direction of [ within the field specified by the optical signal and the reference beam ], a hologram is recorded by several microns offset comparatively overly densely. A bigger offset distance (redundancy technics are determined) is given when there is overlap in the direction of [ outside a field ] (from 1/3 to 1/2 [ For example, receiving opening multiplexing. ] of the width of a hologram).

[0027]The record art of this invention is effective in especially solving the contraction which an optical polymer type storage encounters. Various kinds of optical polymer storages are publicly known to a person skilled in the art. For example, U.S. Pat. No. 5874187, and U.S. patent application the 08-698511st and the 09th/of a U.S. patent application refer to 046822.

[0028]The record art of this invention can be used with various spatial multiplexing art of a kind, for example, shift multiplexing, opening multiplexing, and phase correlation redundancy technics.

[0029]As shown in drawing 3 A and B, in other modes of this invention, a hologram is recorded on rotation disks. In the above-mentioned example, the holograms 72, 74, 76, and 78 of the 1st set are recorded on the 1st line almost parallel to it along with a circle, and, as a result, each hologram contacts the next hologram. That is, the center of the adjoining hologram is separated by the diameter of a hologram. As shown in drawing 3 B after that, the holograms 82, 84, 86, and 88 of the 2nd set are also recorded on the 1st line. The holograms 82, 84, 86, and 88 of the 2nd set are shifted from the exact match with the holograms 72, 74, 76, and 78 of the 1st set only offset distance. The hologram of another group is further formed in the 1st line, and each class can also be made only for offset distance to shift from the exact match of a front group.

[0030]Drawing 4 A and B show the store method of the hologram of several lines on the disk type storage medium 90. It is recorded that the holograms 92, 94, and 96 of the 1st set and the holograms 102 and 104 of the 2nd set mentioned above. The holograms 112, 114, and 116 of the 3rd set are recorded on the 2nd almost parallel line that adjoins the 1st line after that. Like the 1st example, the 3rd set is arranged so that the center of each hologram (112) may separate by one diameter of a hologram (114) to the adjoining hologram of the 3rd set and it may separate from the center of the adjoining hologram (92) of the 1st set by one diameter of a hologram simultaneously. Although the holograms 112 and 114 of the 3rd set are recorded on the 2nd line after that, only offset distance has shifted from the exact match with the hologram of the 3rd set.

[0031]After the sequence which a desired number adjoins is formed, for example, as shown in drawing 4 A, it is possible to form the sequence piled up on it. For example, the hologram of the 5th set and the 6th set becomes memorizable as shown in drawing 4 B. The holograms 132, 134, and 136 of the 5th set are remembered to be the 1st by the 3rd row parallel to the 2nd row, and it is overlapped equally to the 1st in the 2nd row (that it is equal means that the quantity of the hologram of the 3rd row extended in the 1st row is almost equal to the quantity extended to the 2nd row). The center of each hologram (132) of the 5th set separates from the center of the adjoining hologram (134) of the 5th set by one diameter of a hologram, And it is right above the middle point of the line which connects the center of the adjoining hologram of the 1st set and the 2nd set, for example, the line between the holograms 92 and 112, and the line between the holograms 94 and 114. The holograms 142 and 144 of the 6th set are recorded on the 3rd row after that. The center of each hologram (142) of the 6th set is separated from the center of the adjoining hologram (144) of the 6th set by the diameter of a hologram. And only offset distance with hologram of the 6th set same from full match with the hologram of the 5th set has shifted.

[0032]The remainder of a disk type storage is filled with the same method as the above by the sector. The sector is usually carrying out ring form here. And the number of the sequences formed in each sector is design selection items.

[0033]when numerals with a parenthesis are after the constituent features of the invention indicated to the claim, it is a thing for matching with constituent features and an example

and making an invention understand easily, and is not \*\* which should be used for the interpretation of a claim.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]**The figure showing the basic feature of a hologram storage system.

**[Drawing 2]**The figure showing the 1st example of this invention.

**[Drawing 3]**The figure showing the 2nd example of this invention.

**[Drawing 4]**The figure showing the 3rd example of this invention.

**[Description of Notations]**

- 1 Hologram recording system
- 2 Abnormal-conditions device
- 3 Optical record storage
- 4 Sensor
- 5 Optical signal
- 6 Reference beam
- 7, 8, and 9 Lens
- 10 and 12 Hologram of the 1st set
- 20 and 22 Hologram of the 2nd set
- 30 and 32 Hologram of the 3rd set
- 40 and 42 Hologram of the 4th set
- 50 and 52 Hologram of the 5th set
- 60 and 62 Hologram of the 6th set
- 70, 90 disk type storage media
- 72, 74, 76, and 78 Hologram of the 1st set
- 82, 84, 86, and 88 Hologram of the 2nd set
- 92, 94, and 96 Hologram of the 1st set
- 102 and 104 Hologram of the 2nd set
- 112, 114, and 116 Hologram of the 3rd set
- 122 and 124 Hologram of the 4th set
- 132, 134, and 136 Hologram of the 5th set
- 142 and 144 Hologram of the 6th set

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-40908  
(P2002-40908A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 3 H	1/04	G 0 3 H	2 K 0 0 8
	1/02		5 D 0 9 0
	1/16		
G 1 1 B	7/0065	G 1 1 B	7/0065

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-167199(P2001-167199)  
(22) 出願日 平成13年6月1日 (2001.6.1)  
(31) 優先権主張番号 09/588908  
(32) 優先日 平成12年6月7日 (2000.6.7)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596077259  
ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド  
Lucent Technologies  
Inc.  
アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700  
(74) 代理人 100081053  
弁理士 三俣 弘文

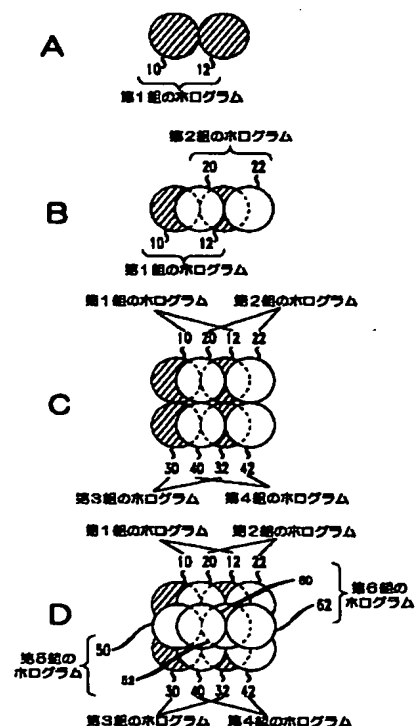
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラム記憶方法

(57) 【要約】

【課題】 光学ポリマ媒体が用いられる記録プロセスで遭遇する、クロストークと画像歪みと媒体の物理的変化の問題を解決するスキップソートな空間多重化ホログラム記憶方法を提供する。

【解決手段】 本発明のスキップソートの技術は、ホログラムを列の層内に記憶し、その結果ほぼ均一の背景露光が後続の層に得られるようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (A) 光学ポリマ型のホログラム記憶媒体を用意するステップと、

(B) 前記記憶媒体中に、第 1 行内に第 1 組のホログラムを記憶するステップと、

(C) 前記記憶媒体中に、第 1 行に第 2 組のホログラムを記憶するステップと、からなり、

前記第 1 組の各ホログラムの中心は、前記第 1 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 2% の距離だけ離れ、

前記第 2 組の各ホログラムの中心は、前記第 2 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 2% の距離だけ離れ、

前記第 2 組のホログラムは、前記第 1 組のホログラムとの完全な一致からオフセット距離だけずれており、前記記憶は空間多重化技術を用いて行われることを特徴とするホログラム記憶方法。

【請求項 2】 前記第 1 組の各ホログラムの中心は、前記第 1 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 50% の距離だけ離れ、

前記第 2 組の各ホログラムの中心は、前記第 2 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 50% の距離だけ離れることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記第 1 組の各ホログラムの中心は、前記第 1 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、

前記第 2 組の各ホログラムの中心は、前記第 2 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れることを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】 前記 (C) ステップの後、

(D) 前記記録記憶媒体中に、前記第 1 行に平行な第 2 行に、第 3 組のホログラムを記憶するステップと、

(E) 前記記録記憶媒体中に、前記第 2 行に第 4 組のホログラムを記憶するステップと、

前記第 3 組の各ホログラムの中心は、前記第 1 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、かつ前記第 3 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 2% の距離だけ離れ、

前記第 4 組の各ホログラムの中心は、前記第 2 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、かつ前記第 4 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 2% の距離だけ離れ、

前記第 4 組のホログラムは、第 3 組のホログラムの完全一致からオフセット距離だけずれていることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 前記第 1 組の各ホログラムの中心は、前記第 1 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラム

の直径の距離分だけ離れ、

前記第 2 組の各ホログラムの中心は、前記第 2 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れることを特徴とする請求項 1 記載の方法。前記第 3 組の各ホログラムの中心は、前記第 3 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、

前記第 4 組の各ホログラムの中心は、前記第 4 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れることを特徴とする請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】 (F) 前記記憶媒体中に、前記第 1 行と第 2 行に平行な第 3 行に、第 5 組のホログラムを記憶するステップと、

(G) 前記機構記憶媒体中に、第 3 行に第 6 組のホログラムを記憶するステップと、

前記第 5 組の各ホログラムの中心は、前記第 5 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 2% の距離だけ離れ、

前記第 3 行のホログラムは、前記第 1 行と第 2 行の両方のホログラムにオーバーラップし、

前記第 6 組の各ホログラムの中心は、前記第 6 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の少なくとも 2% の距離だけ離れ、

前記第 6 組のホログラムは、第 5 組のホログラムの完全一致からオフセット距離だけずれていることを特徴とする請求項 4 記載の方法。

【請求項 7】 前記第 3 行のホログラムは、前記第 1 行と第 2 行のホログラムに等しくオーバーラップすることを特徴とする請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】 前記第 1 組の各ホログラムの中心は、前記第 1 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、

前記第 2 組の各ホログラムの中心は、前記第 2 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れる前記第 3 組の各ホログラムの中心は、前記第 3 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、

前記第 4 組の各ホログラムの中心は、前記第 4 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、

前記第 5 組の各ホログラムの中心は、前記第 5 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れ、

前記第 6 組の各ホログラムの中心は、前記第 6 組の隣接するホログラムの中心から、ホログラムの直径の距離分だけ離れることを特徴とする請求項 6 記載の方法。

【請求項 9】 前記第 3 行のホログラムは、前記第 1 行と第 2 行のホログラムに等しくオーバーラップすることを特徴とする請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】 前記記憶媒体は、光反応性モノマと、

10

20

30

40

50

光反応性オリゴマ、光反応性ポリマからなるグループから選択された、少なくとも1つの材料を含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項11】 前記ホログラムは、シフト多重化と、開口多重化と、位相相関多重化からなるグループから選択された、空間多重化技術により記憶されることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項12】 前記第1と第2と第3と第4の行は、ダミーホログラムを含むことを特徴とする請求項4記載の方法。

【請求項13】 前記第1と第2と第3と第4の行は平行であり、前記ダミーホログラムは、第1と第2と第3と第4の行の端部に配置されることを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】 (A) 光学ポリマ型記憶媒体を用意するステップと、

(B) 前記記憶媒体内に、第1行内に少なくとも2つ組のホログラムを記憶するステップと、

(C) 前記記憶媒体中に、第2行に少なくとも2つ組のホログラムを記憶するステップと、からなり、

前記各組のホログラムの中心は、互いにホログラムの直径の少なくとも2%の距離だけ離れ、

前記各組のホログラムは、前組の位置からオフセット距離だけずれており、

前記第2行は、前記第1行に隣接して平行であり、

前記各組のホログラムの中心は、互いにホログラムの直径の2%の距離だけ離れ、

前記各組のホログラムは、前組のホログラムからオフセット距離だけずれていることを特徴とするホログラム記憶方法。

【請求項15】 前記各組のホログラムの中心は、そ組の隣接するホログラムの中心からホログラムの直径の距離だけ離れていることを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項16】 (D) 前記記憶媒体中に、第3行に少なくとも2つ組のホログラムを記憶するステップと、

前記第3行のホログラムは、前記第1行と第2行のホログラムに等しくオーバーラップし、

前記各組のホログラムの中心は、互いにホログラムの直径の距離分だけ離れており、

前記各組のホログラムは、前組の場所からオフセット距離だけずれていることを特徴とする請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記記憶媒体は、光反応性モノマと、光反応性オリゴマ、光反応性ポリマからなるグループから選択された、少なくとも1つの材料を含むことを特徴とする請求項14記載の方法。

【請求項18】 前記ホログラムは、シフト多重化と、開口多重化と、位相相関多重化からなるグループから選

択された、空間多重化技術により記憶されることを特徴とする請求項14記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ページ単位の記録システムに関し、特に、ホログラム記録システムに関する。

【0002】

【従来の技術】情報を記録するデバイスと方法の開発者は、常に記憶容量を増大するよう努めている。この種の開発の一部として、ページ単位のメモリシステム、特にホログラム記録システムが従来のメモリデバイスに変わるものとして提案されている。ホログラム(記録)システムは、情報をページ全体にわたって記憶したり呼び出したりしている。このページは、情報を表すパターン列から構成されている。一般的にホログラムシステムは三次元で、屈折率および/または吸収のパターンとしてページのホログラム表示を記録記憶媒体に刻印している。ホログラムシステムは、D. Psaltis et al., 著の“Holographic Memories,” Scientific American, November 1995. に議論されている。

【0003】ホログラムシステムの特徴は、高密度記録容量と記録された情報をランダムにアクセスし取り出すことのできる速度が速いことである。実際情報は通常ページ単位で操作される、すなわち記録されたり読み出されたりするために、記録速度と読み出し速度は従来の磁気ディスク、あるいはコンパクトディスクによる記録システムよりも速い。しかしホログラムシステムの大きな利点は記録容量である。数千さらにはまた数百万の素子を、各ページがホログラム画像として記録することが可能である。理論上は、現在のところ $10^{14}$  ビットの情報が $1.0 \text{ cm}^2$  のホログラム記録記憶媒体に記録することができ。

【0004】図1は、ホログラム記録システム1の基本的構成要素を表す。ホログラム記録システム1は、変調デバイス2と光学記録記憶媒体3とセンサー4とを有する。変調デバイス2は、二次元でデータを光学的に表すことのできるいかなるデバイスでもよい。変調デバイス2は一般的には空間光変調器で、この空間光変調器にデータを符号化する符号化装置に取り付けられる。変調デバイス2は、それに入る光を反射したり通過させたりして、光ビームの一部を選択的に通過させたり、あるいは阻止したりしている。かくして信号光5は、データ画像でもって符号化される。このデータ画像は符号化された信号光5と参照光6を、光学記録記憶媒体3の上あるいは中で干渉させることにより記録される。干渉は、干渉パターンすなわちホログラムを形成し、これが例えば屈折率の変化のパターンとして光学記録記憶媒体3の中に捕獲される。1カ所に複数のホログラム画像を記憶することが可能である。すなわち、重なり合った位置に複数

10

20

30

40

50

のホログラムを記憶することが可能であり、これは例えば変調デバイス 2 の角度と波長と位相を変化させることにより行われる（これは通常それぞれ、角度相関多重化、波長相関多重化、位相相関多重化と称する）。

【0005】信号光 5 は、光学記録記憶媒体 3 の中で参照光 6 と交差する前にレンズ 7 を通過する。参照光 6 はこの交差の前にレンズ 8 を通過してもよい。データが光学記録記憶媒体 3 の中に記録されると、参照光 6 と光学記録記憶媒体 3 を、データを記録する際に参照光 6 が向けられたのと同じ場所と角度、または波長、または位相でもって参照光 6 と光学記録記憶媒体 3 を交差させることによりデータを取り出すことが可能である。再生されたデータは、レンズ 9 を通過して、センサー 4 により検出される。センサー 4 は例えば、CCD あるいは活性ピクセル CMOS センサーである。センサー 4 は通常データを復号化する装置に取り付けられている。

【0006】ホログラム記録の 1 つの方法は、位相相関多重化ホログラフィーであり、これは米国特許第 5 719 691 号（1998 年 2 月 17 日発行）に開示されている。位相相関多重化ホログラフィーの一実施例においては、参照光ビームは位相マスクを通過し、記録記憶媒体内でデータを表示するアレイを通過してきた信号ビームと交差して記憶媒体中にホログラムを形成している。信号光と参照光に対する記録記憶媒体の位置は、記憶媒体中で光ビームがオーバーラップする場所で、データが記憶できるよう変化させている。データの再生は、データを記憶する間に用いられたのと同じ位相変調でもって、もとの記録位置に参照光を通過させることにより行われる。例えば記憶媒体に向けられた光を制御したり変調させたりする受動型の光学構成要素として体積型のホログラム（volume holograms）、例えばフィルタあるいはビームステアラを用いることもできる。ビームに対し記録記憶媒体の動きを用いることによりデータを記録する別の技術は、開口多重化（米国特許第 5 892 601 号を参照のこと）と、シフト多重化（Optics Letters, Vol. 20, No. 7, 782-784(1995)を参照のこと）である。位相相関、開口多重化、シフト多重化の全ては、異なる場所にホログラムを記録しているが、それらの間に重なり合った場所が存在する。

【0007】個々のデータページが多重化スペース内に配置されるので、読み出しプロセスの間クロストークが発生させない為に、複数のホログラムをいかに近づけて記録するかについては限界がある。しかし十分なスペースが複数のホログラム間に存在する場合でも、クロストークノイズが隣接するホログラムの読み出しおよび／または記録プロセスの間、ホログラム内に導入される可能性がある。そのため、このようなクロストークの導入を回避あるいは低減の技術が開発されている。

【0008】ある技術（分散記録（sparse recording））が角度、波長、位相の符号多重化技術、すなわち

ホログラムがほぼ同一の物理的場所を有する技術に有効である。分散記録においては、互いに非常に近い角度あるいは波長で記録された複数のホログラムは、その順番である角度あるいは波長を入れ替えた順番で記録される。例えばホログラムが、 $1^{\circ} 2^{\circ} 3^{\circ} 4^{\circ} 5^{\circ} 6^{\circ} 7^{\circ} 8^{\circ} 9^{\circ} 10^{\circ}$  の角度で多重化される場合には、ホログラムは  $1^{\circ} 9^{\circ} 4^{\circ} 2^{\circ} 6^{\circ} 3^{\circ} 7^{\circ} 10^{\circ} 5^{\circ} 8^{\circ}$  のような順番で記録される。これによりホログラム間のクロストークを減らすことができる（これに関しては、C. Gu and J. Hong, 著の "Noise gratings formed during the multiple exposure schedule in photorefractive media," Optics Comm., Vol. 93, 213-18(1992). を参照のこと）。この分散記録は有用であるが、特に読み出し時には複雑となる。さらにまたその有用性は、ホログラムのほぼ完全な物理的なオーバーラップに関連する技術について特に意味がある。

【0009】この潜在的なクロストークの問題に加えて、記録されたホログラムの劣化が、記憶媒体の屈折率と物理的寸法の局部的変動に起因して発生することがある。具体的に説明すると、光学ポリマベースの記憶媒体（photopolymer-based media）においては、光学活性モノマおよび／またはオリゴマが、選択的に反応してホログラムを形成し、そしてこの多重化が局所的な収縮を引き起こす傾向にある。かくして各連続するホログラム記録は、記憶媒体全体に物理的変動を引き起こす、例えばバルク屈折率および拡散の程度を変化させる。このような変化が加わることにより、ホログラムを読み出すときに大幅な変動、すなわちホログラムのブラッグ離調（Bragg detuning）が導入される。さらにまた光学ポリマ記憶媒体は、ダイナミックレンジが有限で、すなわち屈折率の変動が有限となる傾向がある。そして空間多重化技術においては、光学ポリマ記憶媒体は、記憶媒体全体にわたって非均一の記録を示す傾向にあり、これにより記録されたデータの劣化が導入される。

【0010】本明細書で使用される空間多重化とは、信号光と参照光に対する記録記憶媒体の位置に対する変動が関連する多重化技術と、複数のホログラムがそれらの間に重なりを有するものを意味する。好ましいことにホログラム記録技術は、このような変化を補償するよう設計される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、クロストークと、記録記憶媒体（特に光学ポリマ記憶媒体）の物理的変化に関連した問題を低減するホログラム記録技術を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、クロストークと記録記憶媒体の物理的変動を含む、光学ポリマ記憶媒体の固有の問題を解決するスキップソーティッド（skip sorted）の空間多重化技術である。この空間多重化技

術は、シフト多重化、位相相関多重化、開口多重化を含む。スキップソーティッドとは、光学ポリマ記憶媒体の均一の背景露光がある場所の順番でホログラムを記憶することにより与えられるような記録技術を意味する。このようなシーケンス（順番）を用いることにより、光学ポリマが遭遇する問題を解決することができる。

【0013】本発明の一態様によれば、図2A-Cに示すように、第1組のホログラム10、12は、平面で第1列で記憶され、その結果各ホログラムは隣のホログラムに接触して（当たって）いる、すなわち隣接するホログラムの中心はホログラムの直径分だけ離れている。

（ホログラムの直径は、記録記憶媒体の面で参照光と信号光の交差により規定される距離である）。この第1組のホログラムが記憶された後、第2組のホログラム20、22が同一の列に記憶される、しかし第2組のホログラムは、第1組のホログラムとの完全な一致からオフセット距離だけずれている。次組のホログラムも、この第1列に同様に記録することができ、これもまた前組の完全な一致からオフセット距離だけずらして行われる。

（本明細書で行とは、従来の意味で用いられ、1つのホログラムの幅でホログラムが互いに隣り合って、直線に沿って、あるいは他の形状に沿って、例えば円周形状に沿って配列される線を意味する。これは図2、図3、図4を参照のこと。完全な一致は、第1と第2組のホログラムの中心が同一場所にあることを意味する。）

【0014】オフセット距離とは、記録記憶媒体を完成させるのに必要とされる空間多重化シフトの正数倍であり、これについては以下に詳述する。オーバーラップしない（重なり合わない）ホログラム組を形成することにより、後続組の記録に対する背景は従来の記録技術に比較して安定する。例えばポリマ収縮（polymeric shrinkage）は、行にわたって比較的均一に発生する。

【0015】複数の行のホログラムが必要な場合には、本発明の他の態様によれば、第1組のホログラムと第2組のホログラム（あるいはさらに別組のホログラム）が、図2A、Bに示すよう記録される。その後図2Cに示すように、第3組のホログラム（30、32）が第1行に隣接する第2の平行な行に形成される。具体的に説明すると第3組は、各ホログラム（30）の中心は第3組の隣接するホログラム（32）からホログラムの1個の直径分だけ離れ、同時にまた第1組の隣接するホログラム（10）の中心からホログラムの1個の直径分だけ離れるよう配列される。第4組のホログラム（40、42）はその後、第2の行に記録される（ホログラムの中心はホログラムの1個の直径分だけ離間している）。しかし第2組と同様に、第4組のホログラム（40、42）は、第3組のホログラム（30、32）の完全な一致から同一のオフセット距離だけずれている。さらにまた、前組との完全な一致からオフセット距離だけ同様にそれぞれがシフトするように、各行にさらに余分組を形

成することが可能である。

【0016】エッジからエッジへのホログラムの順番組を記憶することは、他の文献で議論されているが、このような技術を光学ポリマ記憶媒体で使用するような開示あるいは動機付けは存在しない。ただし、光学ポリマ記憶媒体に固有の問題を注意深く解析することにより、積層型の記憶アプローチが有利であることが見いだすことができる。

【0017】具体的に説明すると、博士論文“Holographic 3-D Disks and Optical Correlators using Photopolymer Materials” 著者Allen Pu from the California Institute of Technology は、リチウムナイオバ이트（lithium niobate）内に行を重ね合わせたホログラムの記憶技術について議論している。この博士論文を注意深く考察しても、Allen Pu のアプローチを光学ポリマ記憶媒体に拡張できるような動機付けは存在しない。この論文の第3、4章（143-178ページ）は、100ビット/ $\mu\text{m}^2$ の記憶容量が必要とされる実験について記述している。144ページに記載されているように、適切な光学ポリマ記憶媒体は入手できないために、リチウムナイオバ이트（光学屈折率性材料（photorefractive material））がその代わりに用いられた。最初の実験は、156-158ページで議論されているように、図3. 59（a）に示されるシフトホログラフ技術における問題（光学屈折性記録記憶媒体中にホログラムを順番に重ね合わせて記録するプロセスが、前に記録されたホログラムの少なくとも部分的な消去を引き起こすという問題）に遭遇している。具体的に説明すると、個々のホログラムの記録は、その空間内に前に記録されたホログラムの強度を劣化させ（156ページを参照）、そしてこれが不均一に起こる。この問題は、信号対ノイズ比を悪化させ、特に消去が最も支配的なホログラムのSN比を劣化させる。

【0018】この光学屈折性材料に特有の、この消去の問題を解決するために、前述の博士論文は、図3. 60（a）に示すように特別の記録技術を報告している。この技術は、図3. 59（a）に示すように、オーバーラップした列が、最終的に達成できるよう、行内にオーバーラップしないホログラム組を記録するものである。この構成は、連続するオーバーラップを回避することにより、より均一の消去が可能となる。しかし消去は依然として発生し、全てのホログラムに対し類似の複屈折効率を達成するために、第1のホログラムが最も高い強度でもって記録され、そして各後続組はそれよりも弱い強度でもって記録される。

【0019】前記の論文および上記の議論から明らかなように、Allen Pu は、光学屈折性材料に特有の消去問題を解決しているが、このような消去は、光学ポリマ記憶媒体では発生しない。かくして必要以上に複雑なこの技術を光学ポリマ材料を使用するシステムに適用する理

由は見いだせない。

### 【0020】

【発明の実施の形態】本発明の一態様によれば、ホログラムは図2A-Dに示すように、四角形あるいは矩形のパターンで記録される。第1組のホログラム10、12は、各ホログラムが隣のホログラムにちょうど接触するように（すなわち隣接するホログラムの中心が、ホログラムの直径1個分だけ離れている）、ほぼ平行な第1列に記録される。次に第2組のホログラム20、22がこの第1列に記録される。しかし第2組のホログラム20、22は、第1組のホログラム10、12の完全な一致からオフセット距離だけずれている。第1列の次に、後続組が、前組との完全な一致から同一のオフセット距離だけ同様にずれて配置することも可能である。個々組のホログラムを、ホログラムの1直径分よりより近接して配置することも可能である。通常そのオフセット距離は、ホログラムの直径の少なくとも2%、より一般的には少なくとも50%である。実際のオフセット距離は、特定のホログラムシステムに対するトレードオフに依存している。その理由は、スペースがより広くなると均一性が増加するがシステム速度が遅くなるからである。

【0021】複数の列のホログラムが必要な場合には、本発明の他の態様によれば、ホログラム組が第1の列内に記録される（図2A、B）。その後図2Cに示すように、第3組のホログラム30、32が第2の列（通常第1の列に隣り合う）に形成される。例えば第3組は、各ホログラム（30）の中心が、第3組の隣接するホログラム（32）からホログラムの1直径分だけ離れるように、かつ第1組の隣接するホログラム（10）の中心からホログラムの1直径分だけ離れるように配列される。第3と第4の行を第1の第2の行に隣接して配置することに加えて、第3と第4の行をより近づけて配置することも可能である。例えば、第1と第2の行の一部の上に重ね合わせて配置することも可能である。その後第4組のホログラム40、42を第2列に記録するが、第2組と同様に、第4組のホログラム40、42は、第3組のホログラム30、32との完全な一致から同一のオフセット距離だけずらす。さらに別組を第2の行に、前組との完全な一致からオフセット距離だけずらして記録することも可能である。

【0022】所望数の隣接する行、例えば図2A-Cの第1行と第2行が形成されると、隣接する行にオーバーラップする行に、ホログラム組を形成することができる。例えば図2Dに示すように、第5組のホログラム50、52が第1と第2の行に平行な第3の行に記憶され、そして第1と第2の行に等しくオーバーラップするように配置記憶される。この実施例においては、第5組の各ホログラム（50）の中心は、第5組の隣接するホログラム（52）の中心からホログラムの1直径分だけずれて配置され、かつ第1組と第3組の隣接するホログ

ラムの中心を接続する線、例えばホログラム10と30の間の線、およびホログラム12と32の間の線の midpoint に配置される。その後第6組のホログラム60、62が第3行に記録される。

【0023】第6組の各ホログラム（60）の中心は、第6組の隣接するホログラム（62）の中心からホログラムの1直径分だけ離れている。そして第6組のホログラム60、62は、第5組のホログラム50、52との完全な一致からオフセット量だけシフトしている。例えば第6組の各ホログラムの中心は、第2組と第4組の隣接するホログラムの中心を結ぶ線の midpoint の真上にある。

（第5と第6組のホログラムを、特定のホログラム記憶システムに依存して、例えば速度と均一性の間のトレードオフに依存して、この midpoint 以外の場所に配置することも可能である。同時に隣接する行をホログラムの1直径分以上に近づけて配置することも可能である。）さらに別組のホログラムを第3行に配置すること、および等距離離れた、あるいはオーバーラップして以前に形成された行と類似の行を形成することも可能である。

【0024】記憶媒体をホログラムで満たすために、ホログラムは通常記憶媒体の個別のセクションに記録される。例えば記憶媒体は、実質上セクタに分割される。様々な行が例えば、特定のシステム、多重化技術が記憶媒体によって形成可能である。一般的に別個のセクションのホログラム間にはオーバーラップは存在しない。さらに四角形あるいは矩形の記憶媒体においては、ダミーのホログラムがエッジに沿って（線形の行の対向する端部に）記録される。しかしこのホログラムはデータを有しない。その理由は、背景収縮および露光が十分な信号対ノイズ比を提供するためには、これらの端部では十分に均一ではないからである。

【0025】前述したように、この記録技術を実行することにより、ある行に記録された各後続組の背景は、従来の記録技術よりも安定している。具体的に説明すると、避けたいポリマ収縮は、前に記録した組のホログラムがオーバーラップしないためにあるいはオーバーラップを制御することにより行にわたって均一に起こる。

【0026】オフセット距離は、記録記憶媒体を完成させるのに必要な空間多重化シフトの正数倍である。実際のオフセット距離は、特定のホログラム記録方法を選択することにより（例えばシフト多重化と対開口多重化）によって変わり、そして距離の選択は当業者の選択的事項であり、そしてホログラムの1直径以下である。一般的にホログラムは、比較的緊密に記録される。信号光と参照光により規定された面内の方向にオーバーラップがあるときには、ホログラムは比較的超密に、例えば数ミクロンのオフセットで記録される。より大きなオフセット距離（多重化技術により決定されるが）は、オーバーラップが面外のある方向にあるときに与えられる（例えば開口多重化に対してはホログラムの幅の  $1/3$  から  $1/$

2)。

【0027】本発明の記録技術は、光学ポリマ型の記憶媒体が遭遇する収縮を解決するのに特に有効である。様々な種類の光学ポリマ記憶媒体が当業者には公知である。例えば米国特許第5874187号と米国特許出願第08-698511と、米国特許出願第09/046822を参照のこと。

【0028】本発明の記録技術は、様々な種類の空間多重化技術、例えばシフト多重化、開口多重化、位相相関多重化技術とともに用いることができる。

【0029】図3AとBに示すように本発明の他の態様においては、ホログラムは例えば回転ディスクに記録される。上記の実施例においては、第1組のホログラム72、74、76、78は、円弧に沿ってほぼそれにほぼ平行な第1行に記録され、その結果各ホログラムは隣のホログラムに接触する。すなわち隣接するホログラムの中心はホログラムの直径分だけ離れている。その後図3Bに示すように、第2組のホログラム82、84、86、88も第1行に記録される。第2組のホログラム82、84、86、88は、第1組のホログラム72、74、76、78との完全な一致からオフセット距離だけずれている。第1行にさらに別組のホログラムを形成し、各組は前組の完全な一致からオフセット距離だけずれるようにすることも可能である。

【0030】図4A、Bは、ディスク型記憶媒体90の上に数本の行のホログラムの記憶方法を示している。第1組のホログラム92、94、96と、第2組のホログラム102、104が前述したように記録される。その後第3組のホログラム112、114、116が、第1の行に隣接するほぼ平行な第2行に記録される。第1実施例と同様に第3組は、各ホログラム(112)の中心は、第3組の隣接するホログラム(114)からホログラムの1直径分だけ離れ、同時に第1組の隣接するホログラム(92)の中心からホログラムの1直径分だけ離れるよう配列される。その後第3組のホログラム112、114が第2行に記録されるが、第3組のホログラムとの完全な一致からオフセット距離だけずれている。

【0031】所望数の隣接する列が形成された後、例えば図4Aに示すように、その上に重ねた列を形成することが可能である。例えば第5組と第6組のホログラムが、図4Bに示すように記憶可能となる。第5組のホログラム132、134、136が第1と第2列に平行な第3列に記憶され、そして第1と第2列に等しくオーバーラップされる(等しくとは、第1列内にのびる第3列のホログラムの量が、第2列にのびる量とほぼ等しいことを意味する)。第5組の各ホログラム(132)の中心は、第5組の隣接するホログラム(134)の中心か

らホログラムの1直径分だけ離れ、そして第1組と第2組の隣接するホログラムの中心をつなぐ線、例えばホログラム92と112の間の線、あるいはホログラム94と114の間の線の中点の真上にある。第6組のホログラム142、144がその後第3列に記録される。第6組の各ホログラム(142)の中心は、第6組の隣接するホログラム(144)の中心からホログラムの直径分だけ離れている。そして第6組のホログラムは、第5組のホログラムとの完全一致から同一のオフセット距離だけずれている。

【0032】ディスク型の記憶媒体の残りは、上記と同一方法でセクタにより満たされる。ここでセクタは、通常リング形状をしている。そして各セクタ内に形成される列の数は設計的選択事項である。

【0033】特許請求の範囲に記載した発明の構成要件の後に括弧付きの符号がある場合は、構成要件と実施例と対応づけて発明を容易に理解させる為のものであり、特許請求の範囲の解釈に用いるべきのものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ホログラム記憶システムの基本的特徴を表す図。

【図2】本発明の第1実施例を表す図。

【図3】本発明の第2実施例を表す図。

【図4】本発明の第3実施例を表す図。

#### 【符号の説明】

1 ホログラム記録システム

2 変調デバイス

3 光学記録記憶媒体

4 センサー

5 信号光

6 参照光

7、8、9 レンズ

10、12 第1組のホログラム

20、22 第2組のホログラム

30、32 第3組のホログラム

40、42 第4組のホログラム

50、52 第5組のホログラム

60、62 第6組のホログラム

70、90 ディスク型記憶媒体

72、74、76、78 第1組のホログラム

82、84、86、88 第2組のホログラム

92、94、96 第1組のホログラム

102、104 第2組のホログラム

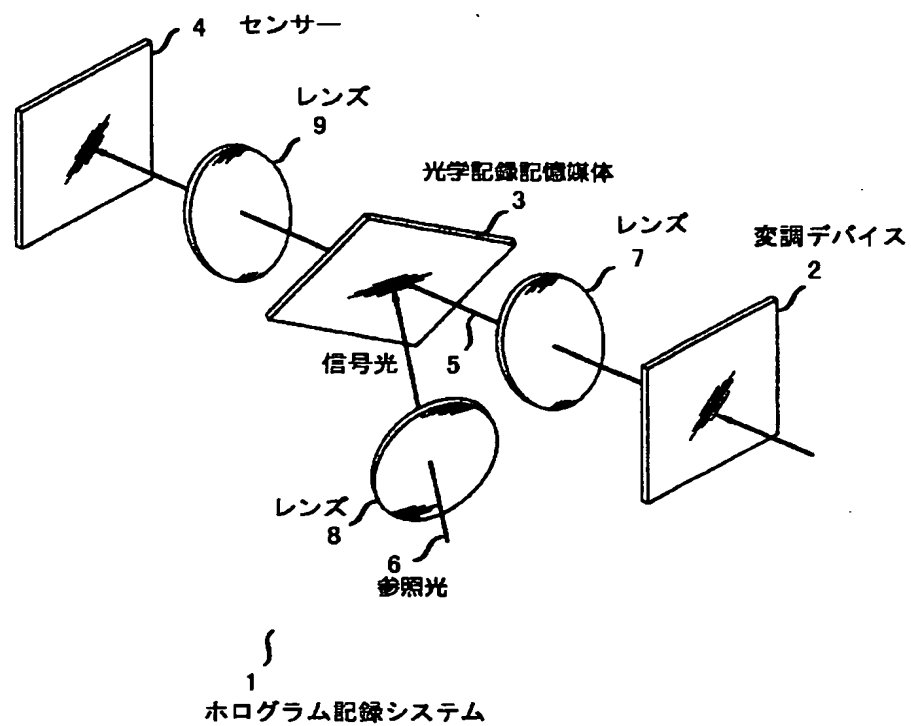
112、114、116 第3組のホログラム

122、124 第4組のホログラム

132、134、136 第5組のホログラム

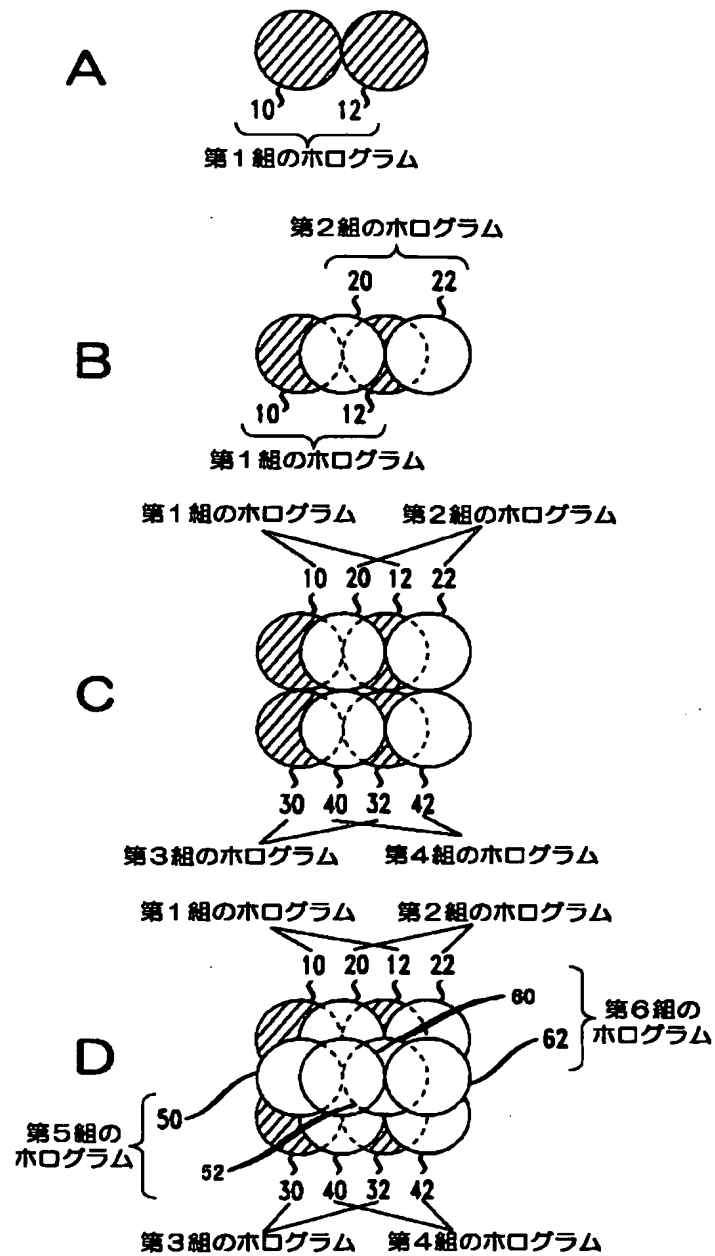
142、144 第6組のホログラム

【図1】

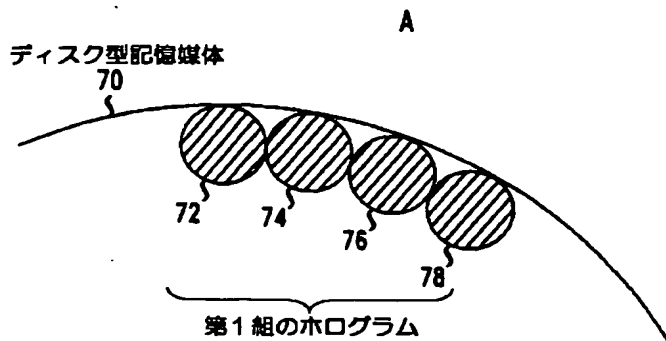




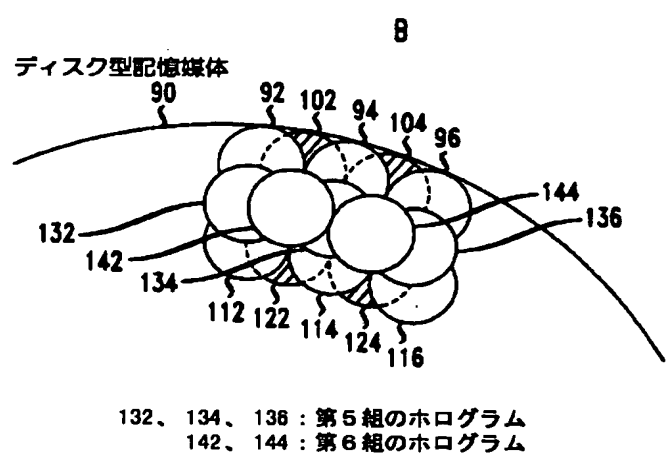
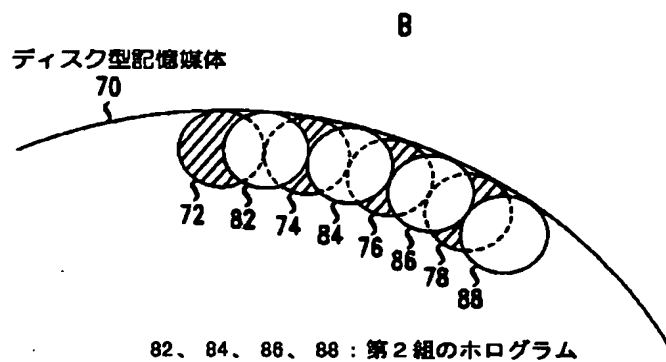
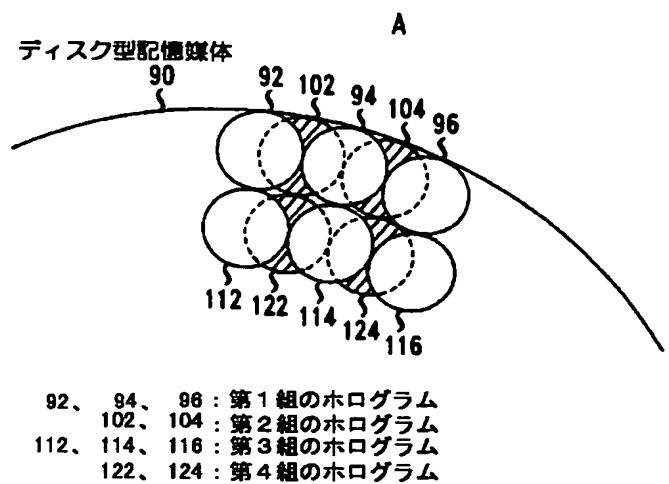
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(71) 出願人 596077259  
600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Jersey 07974-0636 U. S. A.  
(72) 発明者 ケビン リチャード カーティス  
アメリカ合衆国、07974 ニュージャージー  
州、ニュー プロビデンス、ヒックソン  
ドライブ 193

(72) 発明者 エイドリアン ジョン ヒル  
アメリカ合衆国、07933 ニュージャージー  
州、ギレット、ロング ヒル ロード  
379  
(72) 発明者 マイケル シー タッキット  
アメリカ合衆国、07830 ニュージャージー  
州、カリフォン、ヒッコリー ラン 39  
F ターム (参考) 2K008 AA04 BB06 CC01 DD03 DD13  
EE01 FF07 FF17 FF21 HH03  
HH06 HH26  
5D090 AA01 CC01 CC14 EE01 FF11  
FF45 GG11 HH01